

водоочищення. Ці відходи до теперішнього часу не знаходять широкого корисного застосування як вторинні ресурси.

За нашими розрахунками відпрацьований сорбент відноситься до IV класу небезпеки і є мало небезпечним, тобто при отриманні санітарно-гігієнічного висновку Міністерства охорони здоров'я України він може бути допущений до використання в будматеріалах. При цьому, концентрація іонів  $\text{Cu}^{2+}$  у водній витяжці з дроблених зразків фракції  $\leq 0,2$  мм при температурі  $90 \pm 5$  °С нижча межі визначення спектрофотометричним методом і не перевищує ГДК<sub>Cu</sub> для 1-го класу якості питної води згідно з ДСТУ 4808:2007.

Результати дослідження фізико-механічних та хімічних характеристик отриманих керамічних матриць підтверджують високу міцність та високу ступінь фіксації іонів важких металів в структурі мінералу, вторинне забруднення навколишнього середовища практично відсутнє. Ці факти вказують на перспективність та доцільність застосування даної технології як з економічної, так і з екологічної точок зору. Також доведено можливість використання відпрацьованих сорбційних матеріалів на основі глинистої сировини в якості домішок при виробництві будівельних матеріалів, за умови проведення аналогічних досліджень в атестованих організаціях та отриманні відповідних санітарно-гігієнічних висновків щодо екологічної безпеки керамічних матриць.

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2015 році ... <https://menr.gov.ua/news/31768.html>
2. Дрозд Г.Я, Зотов Н.И., Маслак В.Н. //Водоснабжение и санитарная техника.- 2001. - № 12. – С. 33-35.
3. Теплая Г. А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) / Г. А. Теплая. // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – №1 (23). – С. 182–192.
4. Vasudevan S. Electrochemistry: as cause and cure in water pollution – an overview / S. Vasudevan, M. A. Oturan. // Environmental Chemistry Letters. – 2014. – Vol. 12, Issue 1. – PP. 97-108/

---

## ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ДІОКСИДУ ХЛОРУ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

*Наталія Стаднічук, Ірина Міхлик*

*ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л. І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ*

*Олег Кроніковський, Олексій Мисюк*

*Національний університет харчових технологій*

Для знезараження води централізованого питного водопостачання широко використовуються реагентні методи. Хлорування є найбільш розповсюдженим методом знезараження води. Хлорування води проводиться газоподібним хлором або речовинами, які містять активний хлор: хлорне вапно, гіпохлорити, хлораміни, діоксид хлора. Під “активним хлором” хлормістких сполук умовно мають на увазі кількість газоподібного хлору, яка відповідає кількості кисню, що виділяється цими сполуками при додаванні їх у воду. В результаті такої обробки відбувається окислення гумусових речовин, органічних сполук, іонів

металів з перемінною валентністю, припиняється життєдіяльність та подальший розвиток мікроорганізмів. Інтенсивність бактерицидних властивостей хлормістких сполук збільшується в ряду хлорамін - хлорне вапно – хлор – оксид хлору (IV).

В Україні найчастіше у водопідготовці використовується хлор (газ), хлор-аміачна вода та гіпохлорити. В останні роки на окремих підприємствах централізованого водопостачання нашої країни в технології водопідготовки почали використовувати діоксид хлору, зокрема в Одеській області.

Централізоване водопостачання м.Києва здійснюється Дніпровською водопровідною станцією, Управлінням експлуатації насосних водопровідних станцій і артезіанських свердловин та Деснянською водопровідною станцією Департаменту експлуатації водопровідного господарства ПрАТ «АК «Київводоканал». Згідно літературних даних на базі Дніпровської водопровідної станції ПрАТ «АК «Київводоканал» в 2017 р. у весняно-літній період проводили дослідження щодо використання діоксиду хлору в технології водопідготовки. Діоксид хлору отримували за допомогою генератора Т 70G4000 виробництва De NORA з використанням хлориту натрію марки BioGREEN acticlор (хлорит натрію 20-31%) виробництва Borman Italiana та соляної кислоти вітчизняного виробництва. Діоксид хлору для первинного знезараження води використовувався у діапазоні доз 1,0-4,0 мг/дм<sup>3</sup> на фоні коагулянту сульфату алюмінію у дозах 80,0-160,0 мг/дм<sup>3</sup> та флокулянту TR650 у дозах 0,2-0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Доза діоксиду хлору для вторинного знезараження води у дослідях становила 0,2-1,0 мг/дм<sup>3</sup>. Аналіз вихідної води та води після обробки діоксидом хлору проводився на базі лабораторії ПрАТ «АК «Київводоканал» за показниками: температура, каламутність, забарвленість, водневий показник, загальна лужність, загальна жорсткість, залізо загальне, амоній, нітрити, нітрати, перманганатна окислюваність, загальне мікробне число, загальні коліформи, E.coli. Визначення у воді залишкового діоксиду хлору та побічних продуктів знезараження проводились у лабораторії гігієни природних і питних вод ДУ «ІГЗ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ», згідно з переліком методик та стандартів, наведених в ДСанПіН 2.24-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», а саме визначали: діоксид хлору, залишковий діоксид хлору, хлорити, хлорати, алюміній, хлороформ, тетрахлорвуглець, трихлоретилен, тетрахлоретилен, бромдихлорметан, дибромхлорметан, бромформ, сума тригалогенметанів. Результати досліджень показали високу дезінфікуючу дію діоксиду хлору щодо показників мікробного забруднення - зниження індикаторних мікроорганізмів у воді на 93-100%. За результатами досліджень води після обробки діоксидом хлору, проведених лабораторією гігієни природних і питних вод ДУ «ІГЗ ім. О.М. Марзєєва НАМНУ», не спостерігається утворення небезпечних для організму людини хлоритів, хлорорганічних сполук, а також алюмінію у понаднормативних концентраціях.

Діоксид хлору – зеленувато-жовтий отруйний газ, з більш інтенсивним запахом, ніж хлор, 1 клас небезпеки, ГДК в повітрі робочої зони - 0,1 мг/м<sup>3</sup>, поріг смаку та запаху для цієї сполуки складає 0,4 мг/л. Окислювальний потенціал ClO<sub>2</sub> в кислому середовищі складає 1,5 В. Більшість реакцій з участю діоксиду хлору та органічних сполук протікає по механізму окислення з утворенням органічних катіон-радикалів та хлорит-іону. Бактерицидний ефект діоксиду хлору в значній мірі залежить від його початкової дози та тривалості контакту з водою. Зазвичай на руйнування бактеріальних клітин використовується лише незначна частина хлору, який вноситься у воду. Більша частина йде на реакції з різними органічними сполуками та мінеральними домішками, які містяться у воді. До таких речовин належать: гумус, продукти розпаду клітковини та білків, солі двовалентного заліза, нітрити, аміак та солі амонію, сірководень та інші. Реакції з цими сполуками протікають з різною швидкістю та в залежності від концентрації, рН, температури води, а також інших факторів та можуть зупинятись на тій чи іншій стадії.

В Україні контроль безпечності та якості питної води, призначеної для споживання людиною, здійснюється згідно вимог Державних санітарних норм та правил ДСанПіН 2.24-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджених Наказом МОЗ №400 від 12.05.2010 р., зареєстровано в Міністерстві юстиції 1 липня 2010 р. за №452/17747, із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я №505 від 15.08.2011 р. Згідно вимог ДСанПіН 2.24-171-10 у разі знезараження води за допомогою діоксиду хлору вміст залишкового діоксиду хлору у воді РЧВ після 30 хвилин контакту - не менше ніж 0,1 мг/куб.дм, а концентрація хлоритів - не більше ніж 0,2 мг/куб.дм. При цьому при проведенні скороченого періодичного контролю безпечності та якості водопровідної питної води у разі обробки води діоксидом хлору в процесі водопідготовки проводиться визначення діоксиду хлору один раз на годину, хлоритів - один раз на зміну. На сьогодні потужності лабораторії ПрАТ «АК «Київводоканал» не мають можливості здійснювати контроль за цими показниками в такому режимі.

Вода річки Дніпро в районі міста Києва має високу зростаючу забрудненість продуктами органічного походження (гуміновими та фульвокислотами, фосфатами), а також сполуками заліза, марганцю та інші. Методи очистки та діючі споруди ПрАТ «АК «Київводоканал» мають обмежені можливості по видаленню органічних сполук, заліза, марганцю, зниженню забарвленості, каламутності та перманганатної окислюваності. Тому вважаємо, що для впровадження технології знезараження води централізованого водопостачання м.Києва діоксидом хлору, що здійснюється Дніпровською водопровідною станцією, доцільно продовжити експеримент на річковому водопроводі, так як підвищені рівні органічного забруднення можуть призводити до збільшення у питній воді побічних продуктів дезінфекції, насамперед небезпечних хлоритів, хлоратів. Вкрай важливо також проведення реконструкції водопровідної станції та водопровідних мереж м.Києва відповідно до цільової програми «Питна вода м. Києва на 2011–2020 роки».

Крім того, потребує корегування ДСанПіН 2.24-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», в якому на сьогодні норматив вмісту хлоратів взагалі відсутній.

---

## **ВМІСТ УМОВНО-ПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ У РІЗНОТИПНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ**

**Старосила Є.В., Юришинець В.І.**

*Інститут гідробіології НАНУ, Україна, Київ, e-mail: jenya\_star@ukr.net*

Континентальні поверхневі водні об'єкти широко використовуються в рекреаційних цілях та у якості ресурсу для питного та господарського водопостачання. Щороку кількість місць для купання, заняття спортом та відпочинку на воді збільшується, тому значної уваги потребує визначення санітарно-епідеміологічних загроз та ризиків задля мінімізації негативних явищ. Низька якість поверхневих вод (озер, річок, каналів, рукавів, лиманів тощо) за мікробіологічними параметрами, що використовуються у рекреаційних цілях великою кількістю людей, може бути причиною виникнення низки небезпечних захворювань. Відомо, що річкова вода зазвичай забруднена умовно-патогенними бактеріями (наприклад, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* та ін.), вірусами (наприклад, ентеровіруси) та патогенними найпростішими (наприклад, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia duodenalis* та ін.), що можуть